

実践体験型 PBL による工業科教員養成

— 製品開発を課題とした大学生の技術・意識に着眼した臨床的研究 —
大阪産業大学 山田啓次

1. はじめに

本実践の目的は、2009（平成 21）年告示の高等学校学習指導要領で示された「工業と社会の発展を図る創造的な能力と実践的な態度を育てる」という視野に立ち、変化の激しい時代にも対応できる実践的な技術者として活躍できる創造的人材の育成を可能とする、いわば創造性の高い工業科教員を育成する方法を探求することにある。

2. 背景

この 40 年、社会経済や産業構造は大きく様変わりした。先進国においては第 2 次産業から第 3 次産業への転換が起こった。それまで活況であった労働力集約型の加工組立型産業は、競争優位の観点から労働力の安価な中国・アジアへ移転、プラザ合意による激しい円高の影響も相まって、製造業は海外に拠点を移し現地法人化が進んだ結果、産業の空洞化がおり日本の製造業は大きく衰退した⁽¹⁾。製造工場の減少はこれまで日本の経済発展に寄与してきた中堅技術者や技能労働者のニーズを低下させた。

これに伴い企業および社会の産業教育へのニーズも変化してきた。大学等、高等教育機関への進学率は上昇したものの理工系学部の人気は下火となった。高等学校においてはさらに進学志向と少子化が相まって工業高校志願者が減少した。

一方、学習指導要領においては主体性や創造性を重視する文言が目につくようになった。2009（平成 21）年告示の高等学校学習指導要領では「工業と社会の発展を図る創造的な能力と実践的な態度を育てる」と示されている。

3. 工業科教員養成の現状と課題

3. 1 工業科教員免許の取得

高等学校工業科教員免許の取得においては、「教職に関する科目」のすべてを「教科に関する科目」に代替できる。これは工業高校急増期の深刻な教員不足を背景に、教育職員免許法の特例措置として 1961 年以来、半世紀以上続いてきた。しかし教育の専門的な知識を修得していない者が教壇に立つことへの批判は根強い。

3. 2 実習科目の指導スキル

教員養成を主題とした研究で大学工学部での実験・実習と工業高校での実験・実習を比較した報告がある⁽²⁾。大学と高校の実習・実験においては、同一系の学科であれば内容の半分程度に類似性があるものの、実習時間においては、高校は大学の 1.4 倍多いという。また、大学における製作

実習は極端に少なく「課題研究」や「工業技術基礎」など、製作を主とする実験・実習の分野では指導が困難であることが予想されとしている。

3. 3 創造性を育成する工業科教員の養成

1989 年以降の学習指導要領において創造性・主体性の育成が示されている。これまでの工業教育では、要素作業に分断された内容の学習が行われてきたが、「課題研究」ではモノづくりを総合的に捉える手法が組み込まれている。課題のテーマ設定から学習の評価までを学習者が自ら行うという点において、知識や技能の習得に重きを置いてきた既存の科目とは対照的である。特に PBL を取り入れたモノづくりは、問題解決に向けた生徒のアイデアを形にするということであり、生徒は主体的に学び、与えられる知識や技能以上の学びをすることが期待できる。

このような学習の成否には教員の力量が大きく影響する。工業科教員免許を取得しているからといって、製作技術や加工技能、分野をまたいだ専門知識を同時に求めることは難しい。初任者のもとより、ベテラン教員であっても学び続ける姿勢や訓練の積み重ね（経験）が不可欠である。これを実現するには教員の情熱ということに尽きるのかもしれない。生徒から発想される奇想天外なアイデアに対し、実現可能な方法を考え誘導し製作条件を整備していく、いわゆる「段取り」の能力が必要であり、その獲得には相当の経験を要する。教員自身が題材を研究し、試行錯誤を繰り返しながら学びを深め自身の技術を高めなければならないが、多様化・煩雑化する学校現場において、時間と気力を維持するのは簡単なことではない。できれば学生のうちにこれらの基礎となる技術的スキルと思考法を修得することが望ましい。

4. 製品開発による実践体験型 PBL の試み

本実践では、工業科教員を目指す大学生に企業との共同研究による製品開発を実践させ、学生個人の自己評価や感想、評価者の観察から心理的成長と技術的スキルの向上を評価した。製作開始は 2019 年 2 月、後期授業の終了後である。参加者は公募により集まった 2 回生 2 名である。一人は工業高校電気科を卒業しており、もう一人は普通科出身である。

4. 1 小型スーパーカーの開発

企業から持ち込まれた共同研究課題として、道路舗装工事に使用する小型スーパーカーの開発を実施した。製作期間は 2020 年 3 月迄（約 1 年間）

である。まず、企業による主訴を聞き取り、課題を分解し、解決策を思考させた。既製品の調査をおこなったところ、小型のスーパーは存在した。しかし価格が高だけでなく、車両は小型特殊のカテゴリーに入り数十キロ離れた現場まで自走することはできない。また、本格的なロードスーパーは中型自動車のカテゴリーに入り、舗装前の高速道路を自由自在に操るということは難しい。検証の結果、持ち込まれた課題を解決する既製品は存在しないことを確認した。

結果、軽トラックをベースにビルトインできるメインブラシとサイドブラシ2個、強力なバキュームと集塵サイクロンを備えたロードスーパーを構想した。

4. 2 デザイン思考によるモノづくり

従来の工業製品の開発には図面を描くところから始まり、図面上で検討を重ねて部品の製作、組み立てという流れである。しかし、21世紀に入り、アメリカ発出のデザイン思考という手法がモノづくりを席卷した。これは最初から緻密な図面を描くのではなく、手書きのメモ程度のポンチ絵（簡単な概略図）をもとに、手近にある材料を使って完成度の低いラピッドプロトタイプ（簡単な試作品）を造る。さらに何度もブラッシュアップして完成度を高めていく手法である。

4. 3 製作過程

①集塵サイクロンの作成

サイクロンは構造材を木とし、集塵の様子が見えるように外装は1mmの亚克力板を使用した。ブローのパワーアップにより破損、設定した大きさの市販の金属性サイクロンを探し出し採用した。

②集塵ブロー

集塵用ブローは手持ちの1.5馬力を使用、吸塵力を上げるため後に2台に増設した。さらに実験を重ねた結果、3馬力のターボ型ブローを採用。

③ブラシフレーム

メインブラシ、サイドブラシのフレームは45mm角の垂木を使用、フランジには山形鋼をサンダーで加工して使用した。作動テストを繰り返し適切な大きさを決定した。後に木のフレームを山形鋼に変更し完成させた。

④組立

①～③を軽トラックに搭載し発電機を荷台にセット。初回の試験走行ではメインブラシの軸が空転し失敗。これは木製のメインブラシ支持具がトルクに耐えきれず破損したことが原因であった。これを金属に変



更し2度目の試験走行で望むような結果を得た。

5. 学生の意識と技術的スキルの変化

○学生A（工業高校電気科出身）

- ・木ネジ1本打つのが難しかった。インパクトドライバーのコツがわかたら手放せなくなった。
- ・簡単な材料とガムテープやコーキングでサイクロンができたときは凄いと感じた。
- ・実用的な溶接は熟練工しかできないものとおもっていたが、実際にやってみて利便性と安全性を感じた。鉄が簡単に接着できることに感動した。
- ・失敗から学ぶことが多いことを実感できた。
- ・やる気があれば何でもできると思えるようになった。

○学生B（高校普通科出身）

- ・木ネジを打つとき下穴の大事さが実感できた。
- ・最初は寸法通り加工できなかったが加工機械の使い方が分ると簡単にできた。
- ・ものを作るときは設計図があると思っていた。
- ・電子系なので溶接は無理だと思っていたが木材加工より金属加工の方が簡単に思えた。
- ・自分自身のスキルの上達分かりやすい。失敗を繰り返し成功したときの喜びは大きい。
- ・一からやり直すのではなく、部分ごとに分けて改善して繋げていくというやり方を知った。
- ・様々な加工を体験し、何でも造ることができると思えるようになった。

6. まとめ

経済発展とともに低コスト高品質の画一的なモノづくりは中進国に移り、先進国のモノづくりは、付加価値を高める企画開発が中心となってきた。このことに呼応して学習指導要領でも創造性を高める教育が求められてきた。工業科教員はこれまでのように加工技術を高める指導だけではなく、加工技術を使ってアイデアを形にする指導が求められている。これを可能にするには実際の製品開発をOJTにより学ぶことである。あわせて、デザイン思考を取り入れたモノづくりが学生の常識の壁を取り払い、学習意欲を掻き立てる。さらに教員となったとき学校現場の限られた設備・予算でもできることの幅を広げられる。

参考文献

- (1) 吉村則, 「産業構造変化の世界標準パターンと修正ペティ＝クラーク法則」, 岡山大学経済学会雑誌 39(4), 2008, pp. 59-80.
- (2) 長谷川 雅康 他, 「高校工業科における実習教育の内容等の歴史的分析和教員養成に関する実証的調査研究」, 平成 27 年度～平成 29 年度科学研究費補助金 (基盤研究(C)) 研究成果報告書, 2018